Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Acatlán
División de Matemáticas e Ingeniería
Programa de Ingeniería Civil

CONCURSO DE HIDRÁULICA

Desafío Torricelli

BASES DE PARTICIPACIÓN

Organiza: CECICM Acatlán / Programa de Ingeniería Civil, FES Acatlán, UNAM.

Fecha y lugar: miércoles 4 de noviembre de 2026, entrada principal del edificio de laboratorios.

1. OBJETIVOS

Objetivo general. Diseñar, construir y calibrar un temporizador hidráulico analógico (clepsidra) que mida con la máxima precisión posible un intervalo de tiempo objetivo, mediante el vaciado por gravedad de un volumen de agua a través de un orificio, aplicando el Principio de Torricelli y los conceptos de variación de carga hidráulica.

Objetivos específicos.

- Comprender la relación matemática entre el tirante de agua (h), el área del orificio (Ao) y la velocidad de descarga (v).
- Analizar la no linealidad del caudal de vaciado en recipientes de sección constante, o diseñar sistemas de carga constante.
- Desarrollar habilidades experimentales de calibración, medición de tiempos y control de errores en laboratorio.
- Fomentar la convivencia entre la comunidad de ingeniería civil de la FES Acatlán a través de un reto técnico.

2. PARTICIPANTES Y EQUIPOS

- El concurso está abierto a toda la comunidad de Ingeniería Civil de la FES Acatlán: alumnos inscritos en la carrera (de cualquier semestre).
- La participación será por equipos de 3 a 5 integrantes. Cada persona podrá pertenecer a un solo equipo. Los equipos pueden tener participantes de distintos semestres.
- Cada equipo elegirá un nombre original y respetuoso, que será su identificación oficial durante todo el concurso, y designará a una persona capitana, que será su contacto con el comité y quien declarará el tiempo durante el ensayo oficial.
- Cuota de inscripción: $ 400.00 por equipo. Los recursos recaudados se destinarán a la premiación.
- Materiales: cada equipo es responsable de conseguir y costear los materiales de su prototipo. El comité proporcionará únicamente agua, cronómetro oficial y zona de prueba.

3. PROCESO DE INSCRIPCIÓN

1. **Preinscripción en línea.** Del jueves 15 de octubre al jueves 22 de octubre, hasta las 19:00 h., a través de la página oficial del concurso. Se solicitará: nombre del equipo;

nombre completo, número de cuenta, semestre y correo institucional de cada integrante; y número celular de la persona capitana.

2. **Cupo limitado** a 15 equipos, asignado por orden de preinscripción. El comité confirmará por correo electrónico si hay cupo; de no haberlo, el equipo podrá quedar en lista de espera.
3. **Registro oficial** Una vez confirmado el cupo, el equipo deberá pagar los $400.00 MXN en la oficina del Programa de Ingeniería Civil a más tardar el viernes 23 de octubre a las 17:00 h. El registro solo se oficializa con el pago; los equipos que no paguen en el plazo perderán su lugar, que se ofrecerá al siguiente equipo en lista de espera.
4. La cuota no es reembolsable, salvo que el concurso se cancele por decisión del comité.

4. ESPECIFICACIONES DEL DISPOSITIVO

- **Volumen máximo de agua:** 2.5 litros por ensayo.
- **Dimensiones del prototipo:** el ensamble completo (incluido cualquier tubo de nivel constante, soporte y válvula) debe caber en una base de 40 × 40 cm y tener una altura máxima de 80 cm.
- **Transparencia:** al menos una cara o pared del recipiente principal debe ser transparente para que el jurado pueda leer el nivel del agua. La escala graduada deberá ser visible desde esa cara.
- **Permitidos:** botellas PET, tubos de PVC, cilindros de acrílico, placas de plástico, llaves de paso manuales para activación, plastilina epóxica, mangueras de silicona, y escalas impresas o graduadas a mano.
- **Prohibidos:**
  - Componentes electrónicos, sensores, microcontroladores (Arduino, Raspberry Pi, etc.) y válvulas solenoide.
  - Dispositivos de relojería mecánica (engranajes, péndulos, contrapesos no hidráulicos).
  - Aditivos en el agua que alteren su viscosidad (aceites, glicerina, detergentes). Solo se permite colorante vegetal transparente.
  - Bombas, presurización del recipiente por medios externos y cualquier fuente de energía distinta de la gravedad.
  - Recipientes de vidrio, por seguridad.

- **Seguridad y limpieza.** A cada equipo se le proporcionará un recipiente para recibir el agua descargada, el equipo deberá llevar los materiales necesarios para secar derrames y dejar limpia su zona al terminar. El comité podrá retirar de la competencia cualquier dispositivo que represente un riesgo.

5. ESTRATEGIAS DE DISEÑO ADMITIDAS

Los equipos podrán abordar el problema con cualquiera de los siguientes enfoques técnicos, que deberán indicar en su ficha técnica:

1. **Sección constante con escala no lineal.** Como $v = Cd \cdot \sqrt{(2gh)}$, el nivel de agua baja más rápido al inicio y más lento al final. La graduación del recipiente deberá reflejar esa curva.
2. **Sistema de carga constante (tubo de Mariotte).** Un tubo vertical hermético mantiene constante la presión en la base mientras el nivel superior desciende, lo que da un caudal de salida constante (Q = constante) y una escala lineal.
3. **Geometría adaptada.** Se diseña la forma del recipiente para que la reducción del área compense exactamente la pérdida de velocidad de Torricelli.

El Anexo resume las expresiones de referencia para cada enfoque.

6. MECÁNICA DE LA COMPETENCIA

Tiempo objetivo. Para evitar temporizadores pregrabados o diseños copiados, el tiempo objetivo ($T_{objetivo}$) se sortea en vivo, una sola vez para todos los equipos 30 minutos antes de las pruebas oficiales. Será un número entero entre 120 y 240 segundos.

La competencia se desarrolla en cuatro fases:

1. **Registro e inspección (15 minutos).** Cada equipo entrega su ficha técnica impresa. El jurado revisa dimensiones, ausencia de componentes electrónicos y verificación del volumen máximo. Un dispositivo que no cumpla deberá corregirse en ese tiempo; si no es posible, el equipo no podrá competir.
2. **Sorteo del tiempo objetivo.** El comité extrae al azar, frente a todos los equipos, un valor de una urna con los números enteros del 120 al 240. Se sortea también el orden de participación.
3. **Ventana de calibración (30 minutos).** Todos los equipos ingresan a la zona de prueba para hacer corridas de ensayo con agua limpia. Pueden ajustar su escala graduada, cambiar el orificio, o ajustar la altura de su tubo de nivel constante. Podrán usar sus propios cronómetros durante esta etapa. Al terminar, no se permitirán más modificaciones al dispositivo.
4. **Ensayo oficial (2 intentos por equipo).** Cada equipo, en su turno, realiza dos intentos consecutivos con el procedimiento siguiente:
   - El equipo llena su clepsidra hasta la marca cero (t = 0), con un volumen que no exceda 2.5 litros.
   - A la voz de inicio del juez, un integrante abre la válvula o retira el tapón inferior. En ese instante el jurado inicia el cronómetro oficial.
   - Ninguna persona puede tocar el dispositivo durante la descarga.

- Cuando el nivel del agua alcance la marca correspondiente al tiempo sorteado, la persona capitana grita "¡TIEMPO!". El jurado detiene el cronómetro y registra el tiempo transcurrido (T_{real}).
- Entre el primer y el segundo intento solo se permite rellenar y secar. No se permite modificar la escala, el orificio ni la altura del tubo. Se concede un máximo de 5 minutos entre intentos.

Registro del tiempo. Dos integrantes del jurado medirán el tiempo con cronómetros oficiales. T_{real} será el promedio de ambas lecturas.

Intento válido. Un intento no es válido si: el dispositivo se toca durante la descarga; hay fugas distintas al orificio de salida; el nivel inicial no estaba en la marca cero o el volumen excede 2.5 litros; o el dispositivo fue modificado entre los intentos. Un intento no válido recibe cero puntos en precisión. El jurado podrá repetir un intento por causas ajenas al equipo, como una falla del cronómetro.

Condiciones del evento. Si hay lluvia o viento fuerte que impidan la prueba en la entrada principal del edificio de laboratorios, el comité trasladará o reprogramará el evento y lo comunicará por correo electrónico a todos los integrantes del equipo.

7. ENTREGABLE ESCRITO: FICHA TÉCNICA

Cada equipo entregará, durante la fase de registro e inspección del día del evento, un documento impreso de máximo 2 páginas con la siguiente estructura:

1. **Datos del equipo y del prototipo:** nombre del equipo, integrantes, estrategia de diseño elegida y descripción breve del dispositivo con sus dimensiones.
2. **Ecuación de descarga del prototipo:** formulación matemática que relacione el volumen o tirante h con el tiempo t, indicando la ecuación de Torricelli empleada:

$$v(t) = C_d\sqrt{2gh(t)}$$

3. **Estimación del coeficiente de descarga (C_d):** valor experimental de C_d asumido para su orificio (por ejemplo, de 0.60 a 0.65 para orificios de pared delgada), con una breve justificación de cómo se obtuvo.
4. **Diagrama de calibración:** gráfica de tirante contra tiempo (h vs. t) o diagrama del sistema de carga constante integrado.

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación estará a cargo del jurado calificador y considera tres criterios:

1. **Precisión (75 %).** Cercanía del tiempo real (T_{real}) al tiempo objetivo (T_{objetivo}) en el mejor de los dos intentos válidos.

1. **Ficha técnica.** Rigor, claridad y congruencia de la formulación, el C_d estimado y el diagrama de calibración.
2. **Diseño y construcción.** Cumplimiento de las especificaciones, calidad de la escala graduada, hermeticidad, limpieza y ejecución del ensayo.

8.1 Puntaje de precisión

Se calcula el error relativo con e (%) = $|T_{real} - T_{objetivo}| / T_{objetivo} \times 100$ y se asigna el puntaje de la tabla. Cuenta el intento válido con menor error.

Error relativo (e)	Puntaje de precisión (0–100)
e ≤ 1 %	100
1 % < e ≤ 2 %	90
2 % < e ≤ 3 %	80
3 % < e ≤ 5 %	70
5 % < e ≤ 7.5 %	55
7.5 % < e ≤ 10 %	40
10 % < e ≤ 15 %	25
15 % < e ≤ 20 %	10
e > 20 % o sin intento válido	0

8.2 Rúbrica de ficha técnica y diseño

Cada integrante del jurado asigna 1, 3 o 5 puntos a cada aspecto (puede asignar 2 o 4 si el trabajo queda entre dos niveles). El promedio de los jurados se multiplica por 20 para obtener un puntaje de 0 a 100.

Aspecto	1 punto	3 puntos	5 puntos
Ecuación de descarga (ficha)	Ausente, incorrecta o sin relación con el prototipo.	Correcta en lo general, pero con errores menores o sin adaptarla al diseño.	Correcta, completa y congruente con la estrategia elegida.
Coeficiente de descarga (ficha)	No se estima o se toma sin justificación.	Se estima con una justificación parcial.	Se estima con base en pruebas y se compara con valores de referencia.
Diagrama de calibración (ficha)	Ausente o ilegible.	Presente, pero con datos incompletos o poco claro.	Claro, con datos experimentales y relacionado con la escala del dispositivo.

Aspecto	1 punto	3 puntos	5 puntos
Construcción y escala	Descuidada, con fugas o escala imprecisa.	Funcional y ordenada, con detalles menores.	Hermético, acabados limpios y escala exacta y fácil de leer.
Cumplimiento y ejecución	Incumple especificaciones menores o el ensayo fue desordenado.	Cumple, con detalles menores en el procedimiento.	Cumple todo; ensayo ordenado y limpio.

Calificación final = 0.75 × (puntaje de precisión) + (suma total del puntaje de ficha técnica y diseño). Resultado de 0 a 100.

Desempate. Si hay empate, se asigna el lugar al equipo con menor error relativo en su mejor intento. Si aun así hay empate, el jurado decidirá por mayoría.

9. SEDE Y EVENTO

- **Fecha:** miércoles 4 de noviembre de 2026.
- **Lugar:** entrada principal del edificio de laboratorios, FES Acatlán.
- **Hora de inicio:** los equipos deberán registrarse a partir de las 11:00 am.
- Los equipos deberán llegar a la hora indicada con su dispositivo armado y su ficha técnica impresa. Los equipos que lleguen después del cierre del registro y de la inspección no podrán competir (10 min de tolerancia).
- El evento es abierto a la comunidad universitaria. El público no podrá interferir con los equipos ni tocar los dispositivos.
- Los equipos autorizan el uso de fotografías y videos del evento para su difusión institucional.

10. PREMIACIÓN

Se otorgarán reconocimientos a los tres primeros lugares:

- **1.er lugar:** $3,000.00 y diploma.
- **2.º lugar:** $2,000.00 y diploma.
- **3.er lugar:** $1,000.00 y diploma.

La ceremonia se realizará al término de los ensayos y la deliberación del jurado

11. JURADO

El jurado calificador estará integrado por:

- Mtro. Francisco Javier Castillo Guerrero
- Dra. Damaris Sarahí Arias Lara

- Dr. Ricardo Ortíz Hermosillo
- Ing. Alejandro R. González Pérez
- Ing. Hermenegildo Arcos Serrano

El jurado actuará con imparcialidad.

12. DESCALIFICACIÓN

Será motivo de descalificación:

- Usar componentes electrónicos, relojería mecánica, bombas o aditivos prohibidos.
- Exceder las dimensiones o el volumen permitidos y no corregirlo en la fase de inspección.
- Presentar un dispositivo o una ficha técnica que no sean trabajo del equipo.
- Modificar el dispositivo fuera de la ventana de calibración.
- Poner en riesgo a otras personas o dañar las instalaciones, o conducirse de forma irrespetuosa con el jurado, el comité o los demás equipos.

13. CASOS NO PREVISTOS Y CONTACTO

Cualquier situación no prevista en estas bases será resuelta por el jurado calificador junto con el comité organizador. Las decisiones del jurado son definitivas e inapelables.

Dudas y aclaraciones: concursoscecicmacatlan@gmail.com

14. CRONOGRAMA

Actividad	**Fecha y horario**
Preinscripción y registro	Del 15 al 22 de octubre de 2026
Pago de inscripción	Viernes 23 de octubre a las 17:00 h.
Día del evento	Miércoles 4 de noviembre, 11:00 am
Premiación	Miércoles 4 de noviembre, al concluir pruebas

ANEXO. FUNDAMENTO TÉCNICO DE REFERENCIA

Las siguientes expresiones se incluyen como orientación; los equipos pueden usar otras formulaciones equivalentes, siempre que estén fundamentadas. Notación: A es el área de la sección del recipiente; Ao, el área del orificio; Cd, el coeficiente de descarga; g, la aceleración de la gravedad (9.81 m/s²); h, el tirante sobre el orificio; h0, el tirante inicial.

- **Velocidad de descarga (Torricelli):** $v = Cd \cdot \sqrt{(2g \cdot h)}$.
- **Caudal de salida:** $Q = Cd \cdot Ao \cdot \sqrt{(2g \cdot h)}$.
- **Recipiente de sección constante:** $A \cdot dh/dt = -Cd \cdot Ao \cdot \sqrt{(2g \cdot h)}$. Al integrar: $\sqrt{h(t)} = \sqrt{h0} - (Cd \cdot Ao/A) \cdot \sqrt{(g/2)} \cdot t$. El tiempo de vaciado total es $T = (A/(Cd \cdot Ao)) \cdot \sqrt{(2 \cdot h0/g)}$. El nivel no baja linealmente con el tiempo.
- **Tubo de Mariotte:** mientras la entrada de aire del tubo esté por encima del orificio, la carga efectiva hc (distancia vertical entre la entrada de aire y el orificio) se mantiene constante, y $Q = Cd \cdot Ao \cdot \sqrt{(2g \cdot hc)}$ es constante. El nivel desciende de forma lineal.
- **Geometría adaptada:** para que el nivel baje a velocidad constante, el área de la sección a la altura h debe variar como $A(h) \propto \sqrt{h}$.